

Чтобы избежать такого явления, необходимо полностью контролировать процесс сварки и параметры сварочного процесса при помощи аппаратных решений. Сварочные инверторы, реализующие такую технологию, в настоящее время выпускаются фирмой Lincoln Electric под торговой маркой STT (Surface Tension Transfer – перенос силами поверхностного натяжения). К их отличительным характеристикам следует отнести высокую динамику регулирования выходного тока (со скоростью изменения до 500 А/мс) и высокую стоимость.

Авторами начата разработка импульсного регулятора сварочного тока, который представляет собой высокочастотный понижающий DC/DC преобразователь, включаемый в разрыв между выходом стандартного источника питания с жесткой характеристикой и сварочной дугой.

\*\*\*

### **АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ И ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВАРОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ**

В. В. Бурлака, доц., к.т.н., С. В. Гулаков, проф., д.т.н., ГВУЗ «ПГТУ»

Источники питания сварочных процессов должны удовлетворять ряду специфических требований. Это возможность регулирования наклона выходной вольт-амперной характеристики (ВАХ) (т.е. возможность управления выходным сопротивлением источника), обеспечение регулируемого ограничения выходного тока, наличие возможности «мягкого» бесконтактного поджига дуги (т.е. подачу на выход высоковольтных импульсов) при ограничении среднего напряжения холостого хода. Более того, в последнее время получили интенсивное развитие методы управления переносом электродного металла путем модуляции выходного тока источника с обратной связью по длине дуги. Реализация этих методов требует от источника высокой динамики регулирования выходного тока.

Кроме вышеперечисленного, источники питания сварочных процессов должны удовлетворять требованиям электромагнитной совместимости; стандартов, ограничивающих уровень эмиссии высших гармоник тока в питающую сеть; работать в широком диапазоне питающего напряжения; иметь высокую энергоэффективность и хорошие массогабаритные характеристики.

В наиболее полной мере приведенным выше требованиям отвечают инверторные источники питания, в которых используется преобразование энергии на повышенной частоте. Это позволяет получить высокое быстродействие регуляторов выходных параметров,

обеспечить требуемый вид выходной ВАХ и хорошие массогабаритные характеристики.

Большая часть инверторных источников построена по схеме двойного преобразования. Напряжение сети выпрямляется диодным выпрямителем, сглаживается и поступает на DC-DC преобразователь с трансформаторной развязкой выхода. Общий недостаток таких систем – высокий коэффициент гармоник сетевого тока. Кроме того, в таких источниках используются высоковольтные электролитические конденсаторы большой емкости, имеющие ограниченный температурный диапазон и невысокую надежность.

Повысить коэффициент мощности источника можно путем применения активного корректора коэффициента мощности (ККМ). Это специализированный преобразователь переменного напряжения в стабилизированное постоянное, способный также работать в условиях значительных колебаний напряжения сети. Однако применение ККМ приводит к снижению КПД источника и увеличивает его стоимость.

В настоящее время представляет интерес разработка инверторных источников с применением принципа прямого преобразования входного переменного напряжения в высокочастотное с последующей трансформацией и выпрямлением. Это позволяет решить сразу несколько задач:

- 1) объединить в одном каскаде функции ККМ и преобразователя с гальванической развязкой, обеспечив выполнение требований стандартов качества электроэнергии;
- 2) избавиться от высоковольтных электролитических конденсаторов, повысив тем самым надежность источника;
- 3) повысить КПД за счет снижения количества полупроводниковых элементов в силовой цепи;
- 4) сохранить присущие инверторным источникам возможность формирования заданного вида выходной ВАХ и высокое быстродействие регуляторов выходных параметров.

Дальнейшее повышение энергоэффективности источников возможно за счет реализации «мягкого» переключения силовых ключей, характерного для резонансных преобразователей. Разработка источников прямого преобразования с «мягким» переключением является на сегодняшний день актуальной научно-технической задачей.

Авторами разработан метод управления ККМ, позволяющий интегрировать в него функции параллельного активного фильтра высших гармоник, обеспечить стабилизацию выходного напряжения ККМ, работу с положительной входной мгновенной активной мощностью и ограничение входного тока инвертора ККМ. Система

управления работает в условиях отсутствия информации о токах нелинейных нагрузок, подключенных к той же сети.

В настоящее время ведется работа над интегрированием функций активной фильтрации высших гармоник в источники с непосредственным преобразованием. Для решения этой задачи разрабатываются системы управления преобразователями на базе 32-разрядных микроконтроллеров серии STM32 с процессорным ядром ARM Cortex M3, которые позволят в реальном времени реализовать необходимые алгоритмы цифровой обработки сигналов.

Использование источников с функциями активной фильтрации позволит снизить негативное влияние на сеть других нелинейных нагрузок и снизить требуемую мощность компенсирующих устройств.

### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ**

Т. Н.Башмакова, доц., к.т.н., ГВУЗ ПГТУ

С целью повышения качества наплавленного металла и сварочно-технологических свойств покрытых электродов для сварки меди проведено экспериментальное исследование влияния технологических факторов изготовления разработанных в ПГТУ сварочных электродов на их качество.

Критерием качества изготовленных электродов являлось измерение разнотолщинности, проявляющейся в образовании "козырька" при сварке и ухудшающей сварочно-технологические свойства электродов и качество наплавленного металла. Изготовление электродов производилось путем нанесения разработанных составов покрытий на стержни из меди марки М1. Все покрытия замешивались на натриевом жидком стекле, количество которого составляло  $25 \div 30$  % к весу сухой шихты, плотность  $1,4 \text{ г/см}^3$ . Замесы наносились также на стержни из БрКМц3-1 диаметром 4 мм и 5 мм. После нанесения покрытий производилась сушка электродов и прокалка при температуре  $300 \div 350$  °С в течении  $1,5 \div 2,0$  часов. Наплавки во всех случаях выполняли на постоянном токе обратной полярности, длина дуги – короткая, положение швов – нижнее. Измерение разнотолщинности партии электродов производилось микрометром в трех точках, расположенных на расстоянии 50-100 мм. Коэффициент массы покрытия составлял  $0,15 \div 0,25$ . Оценивались отдельные характеристики сварочно-технологических свойств испытуемых электродов: характер плавления электрода (критерий – потери на угар и разбрызгивание); характер плавления покрытия (глубина "козырька" на торце электрода); кроющая способность шлака (анализ